# اختبارات المعادن

د.حسن هدلة



## اختبار الفتل

**يعد أحد الاختبارات الميكانيكية الإتلافية:**

نجري اختبار الفتل على آلة اختبار خاصة وعادة تؤخذ عينة اختبار الفتل أسطوانية الشكل حيث يتم تثبيت أحد طرفيها والتأثير على الطرف الآخر بعزم فتل قيمته $M=P\times d$ مما يؤدي إلى حدوث انفعال في هذه العينة يكون أعظمي عند السطح ويتناقص باتجاه المحور

$$\gamma = \frac{R}{L} \times \theta$$

**حيث:**

- ✓ $\gamma$ : الانفعال الحاصل بالعينة نتيجة الفتل
- ✓ $L$ : طول عينة الاختبار
- ✓ $R$ : نصف قطر عينة الاختبار
- ✓ $\theta$ : زاوية الفتل

الانفعال يؤدي إلى إجهاد بالعينة قيمته مجال المرونة

$$\square = \gamma . \square$$

حيث:

- ✓ $G$: معامل المرونة حال الفتل وهو يساوي $(G = 0,38E)$
- ✓ $\tau$: قيمة الإجهاد الحاصل بالعينة و يعطي قيمة الإجهاد بالعينة عند تجاوز مرحلة المرونة بالعلاقة

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\max} . R}{J}$$

**حيث:**

$J$: عزم العطالة القطبي ويساوي :

$$J = \frac{\pi(d^4)}{32}$$ حالة مقطع دائري مصمت

$$J = \frac{\pi(D^4-d^4)}{32}$$ حالة مقطع حلقي(مفرغ)

يجري اختبار الفتل حتى الكسر في حال العينة من معادن هشة بينما يكتفى بدراسته خلال مرحلة المرونة بالعينات المطيلية و نصف المطيلية.

**مسألة هامة:**

جائز معدني نؤثر عليه بعزم قدره $(M = 60\ GN.mm)$ فإذا كان قطر الجائز $(d = 30\ mm)$ المطلوب

حساب قيمة الإجهاد الأعظمي المطبق على سطح الجائز $\tau_{max}$

إيجاد قيمة الانفعال الحاصل بالعينة نتيجة الفتل إذا كان طول العينة $(300mm)$ وكانت قيمة زاوية انفعال العينة $(30° = 0.5\ rad)$ على سطح العينة

الانفعال عند محور العينة

**الحل:**

$$\tau_{max} = \frac{Mt.R}{J} = \frac{Mt.R}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{60\times10^3\times15}{\frac{\pi(30)^4}{32}} = 20371,8\,\frac{MN}{mm2}$$

$$\gamma = \frac{R}{L}.\theta = \frac{15}{300}.0,5 = 0,025\ rad$$

الانفعال عند محور العينة يساوي الصفر لأن زاوية الفتل تساوي الصفر.

## اختبار القساوة

**تعريف:** هي عبارة عن المقاومة التي تبديها مادة ضد تغلغل مادة أخرى داخلها (مقاومة ضد الخدش , المقاومة ضد عمليات التشغيل , مقاومة التآكل الحتي ...).

اختبار القساوة ممكن أن يكون استاتيكي أو ديناميكي ويعتبر من الاختبارات اللاإتلافية لأن القطعة المختبرة يمكن أن تعاد إلى عملها دون أن يؤدي ذلك لإتلافها.

ملاحظة :تقاس القساوة بجميع أجهزة القياس بنفس المبدأ وهي اعتبار حمل مؤثر على كرة أو مخروط أو هرم ودراسة مقدار الانغماس داخل القطعة المختبرة:

$$\text{القساوة} = \frac{\text{الحمل المؤثر}}{\text{مساحة سطح الانغماس}}$$

### أهم طرق قياس القساوة الستاتيكية (سؤال دورة):

1. طريقة برنيل (HB):

وهي من أقدم طرق قياس القساوة يستخدم فيها كرة فولاذية ذات أقطار مختلفة **(0.625-1.25-2.5-5-10)mm**

أما قيمة الحمل المطبق فتكون بين **(1→3000) kg**

ملاحظة: تستخدم هذه الطريقة إذا كان حجم البلورات للمادة المراد قياس درجة قساوتها كبير.

ملاحظة$_2$: أقصى قيمة يعطيها هذا الاختبار هي 450HB لكن في حالة خاصة و هي استعمال كرة من التنغيستن ($W_3C$) فتصل القيمة الأقصى إلى 650HB.

2. طريقة فيكرز(HV):

استعاض عن الكرة الفولاذية المستخدمة بطريقة برنيل بهرم رباعي زاويته الرأسية (136) تتراوح الحمولة المطبقة بين **(5-120)kgf** و يرمز له **(HV)**.

3. طريقة روكويل**(HR)**:

ما يعيب اختبار برنيل وفيكرز هو الحاجة للعودة إلى الجداول المرفقة بالآلة لحساب القساوة أما طريقة روكويل يمكن من خلالها قياس القساوة مباشرة على مؤشر موجود على الجهاز.

ويمكن أن تأخذ التسميات التالية:

**(HRb)** : عندما يتم استخدام كرة قطرها **(1/16)** من الإنش و في هذه الحالة التحميل **(100kgf)**.

**(HRc)**: عندما يستخدم مخروط زاويته الرأسية(°**120**)التحميل (150kgf).

(HRa) : عندما يستخدم مخروط زاويته(°**120**)التحميل (60kgf).

4. طريقة برنيل لقياس القساوة الستاتيكية:

تعد طريقة برنيل من أقدم الطرق لقياس القساوة تعتمد على مبدأ استخدام كرة فولاذية ذات أقطار مختلفة.

ملاحظة$_1$: يفضل إجراء التجربة عدة مرات لأخذ كافة أجزاء البنية المكروية خاصة في العينات الخلائطية التي يمكن أن تكون قاسية في إحدى الجوانب و أقل قساوة في جانب آخر.

ملاحظة$_2$: يجب أن يكون السطح المراد قياس درجة قساوته مستو و نظيف (لا يحوي على أي أكسدة أو أوساخ).

يتم التأثير بحمل على هذه الكرة على سطح قطعة معدنية مراد اختبارها مما يؤدي إلى حصول انغماس داخل هذه القطعة مقداره **(h)** ويكون هذا الانغماس على شكل قطاع مخروطي قطره **(d)**

حيث **d** يجب أن يكون بين **(0.25D < D < 0.5D)**

- **و ذلك لسببين:**

1- السبب في كون $(0.25D < d)$هو استطاعتنا على قياس أثر الانغماس بالقطعة

2- السبب في كون $(\mathbf{d} < 0.5\mathbf{D})$هو عدم حدوث تشوه بالقطعة المراد قياسها

**ملاحظة: يتم قياس قطر الأثر باستخدام المجهر الضوئي والميكرومتر**